

PAT-NO: JP02004187411A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004187411 A

TITLE: BONDED STRUCTURAL BODY

PUBN-DATE: July 2, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KUWABARA, HIROBUMI	N/A
HASE, ATSUSHI	N/A
KINOSHITA, YASUAKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYODA MACH WORKS LTD	N/A
TOYOTA MOTOR CORP	N/A

APPL-NO: JP2002351754

APPL-DATE: December 3, 2002

INT-CL (IPC): H02K001/27, H02K001/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bonded structural body wherein the thickness of an adhesives layer is specified by installing a layer thickness specifying means, and shearing stress generated in an adhered surface can be absorbed by the adhesives layer.

SOLUTION: An adhesives charge trench 14 which specifies the thickness T1 of the adhesives layer 15 is formed at a rotor shaft 12 in such a manner that the shearing stress generated in interfaces I1, I2 which is caused by the linear expansion difference of the rotor shaft and a neodymium system magnet 13 can be absorbed by the adhesives layer 15.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-187411

(P2004-187411A)

(43) 公開日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int. Cl.⁷

H02K 1/27

H02K 1/22

F I

H02K 1/27

H02K 1/22

5 O 1 G

A

テーマコード(参考)

5H002

5H622

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-351754 (P2002-351754)

(22) 出願日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(71) 出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74) 代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(72) 発明者 桑原 寛文

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

最終頁に続く

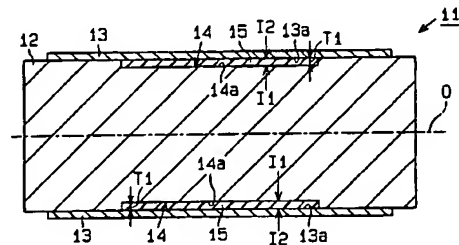
(54) 【発明の名称】 接着構造体

(57) 【要約】

【課題】 層厚規定手段を設けることにより、接着剤層の層厚が規定され、その接着剤層にて接着面に発生するせん断応力が吸収できる接着構造体を提供する。

【解決手段】 ロータシャフト12とネオジウム系マグネット13との線膨張差により界面I1、I2に発生するせん断応力を接着剤層15にて吸収可能となるように、接着剤層15の層厚T1を規定する接着剤充填溝14をロータシャフト12に形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータ又はステータに、そのロータ又はステータに比して線膨張係数が異なる材料で形成されたマグネットを接着剤により接着固定した接着構造体において、
前記ロータ又はステータと前記マグネットとの線膨張差により接着面に発生するせん断応力を前記接着剤からなる接着剤層にて吸収可能となるように、前記接着剤層の層厚を規定する層厚規定手段を前記ロータの回転軸線の伸びる方向において前記マグネットの両端が自由端となるよう設けたことを特徴とする接着構造体。

【請求項 2】

前記層厚規定手段により、前記せん断応力を吸収可能な前記接着剤層の層厚を、0.05 mm～0.2 mmの範囲としたことを特徴とする請求項 1 に記載の接着構造体。

【請求項 3】

前記層厚規定手段は、前記ロータの外周面又はステータの内周面に設けられた層厚規定溝を備え、その層厚規定溝の底面と前記マグネットとを前記接着剤にて接着固定したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の接着構造体。

【請求項 4】

前記層厚規定溝は、前記ロータ又はステータの周方向全周に亘って設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の接着構造体。

【請求項 5】

ロータに、そのロータに比して線膨張係数が異なる材料で形成されたマグネットを接着剤により接着固定した接着構造体において、
前記ロータと前記マグネットとの線膨張差により接着面に発生するせん断応力を前記接着剤からなる接着剤層にて吸収可能となるように、前記接着剤層の層厚を規定する層厚規定手段を前記ロータの回転軸線に沿って前記マグネットの両端が自由端となるよう設け、
前記層厚規定手段は、前記マグネットにおける前記ロータに対向する面の曲率半径を前記ロータの半径より小さく設けることにより、前記マグネットと前記ロータとの互いに対向する面間に生じる層厚規定空隙を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の接着構造体。

【請求項 6】

前記ロータ又はステータとマグネットとの線膨張係数の差が 10.4×10^{-6} より大きい材料であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載の接着構造体。

【請求項 7】

前記ロータ又はステータが鋼鉄であり、前記マグネットが希土類元素系の材料よりなることを特徴とする請求項 6 に記載の接着構造体。

【請求項 8】

前記層厚規定手段は、前記ロータの回転軸線の伸びる方向において前記マグネットにおける前記ロータに対向する面積の 48% 以上設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のうちいずれか 1 項に記載の接着構造体。

【請求項 9】

前記マグネットにおける前記ロータに対向する面積の 48%～65% が前記ロータに対して接着固定されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のうちいずれか 1 項に記載の接着構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マグネットとロータとを接着剤により接着した接着構造体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、電動パワーステアリング装置で使用されているブラシレスDCモータには、鋼鉄製のロータの外周面に対して希土類のネオジウム系マグネットが接着剤により接着固定された接着構造体を備えたものが公知である。

【0003】

前記ロータとネオジウム系マグネットとの間の接着剤層の層厚は略0.03mmとなっている。前記ネオジウム系マグネットは、線膨張係数がほぼ0であるため、前記鋼鉄製のロータと比べて線膨張係数が小さくなっている。また、前記接着剤層は、ロータと比して線膨張係数が大きくなっている。

【0004】

前記のような自動車に搭載されるモータは、使用される温度環境に応じられるように幅広い温度差に耐えられる性能を備えている必要がある。即ち、自動車を極寒地で使用する場合や、熱帯地域で使用される場合においても耐える必要がある。このような種々の温度環境下や、予想される温度変化においても、耐久性を備えさせるため、従来から、このような接着構造体に対して、例えば $-40^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ の範囲の温度変化を繰り返しかける性能試験が行われている。

【0005】

ところで、前記接着構造体に対して $-40^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ の範囲の温度変化を繰り返しかけると、前記ネオジウム系マグネットが熱変化により膨張・収縮をほとんど起こさない一方、前記ロータ及び前記接着剤層は熱変化により膨張・収縮を起こす。すると、前記ネオジウム系マグネットと固体化した接着剤層との界面（以下、接着面という）にせん断応力が加わり、剥離現象が生ずる。

【0006】

このため、従来は特許文献1に開示されているように、前記ネオジウム系マグネットを前記ロータに対して接着剤にて接着固定した後、そのネオジウム系マグネットのまわりに樹脂モールドを施すことにより前記接着面の剥離現象を押さえるようにしている。

【0007】

また、特許文献2や特許文献3に開示されているように、ロータに接着剤を充填する溝を形成して接着力を強化する方法が知られている。

【0008】

【特許文献1】

特開昭60-102854号公報

【特許文献2】

特開平11-89141号公報

【特許文献3】

特開平14-234449号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記樹脂モールド加工は手間のかかる工程であり、樹脂モールド加工を行わなくても前記接着面の剥離を抑制することが望まれていた。

【0010】

また、溝を形成する方法においても、その溝形状によっては接着面に剥離が発生する恐れがあった。

本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、その目的は層厚規定手段を設けることにより、接着剤層の層厚が規定され、その接着剤層にて接着面に発生するせん断応力が吸収できる接着構造体を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、ロータ又はステータに、そのロータ又はステータに比して線膨張係数が異なる材料で形成されたマグネットを接着剤により接着固定した接着構造体において、前記ロータ又はステータと前記マグネットとの線膨張

差により接着面に発生するせん断応力を前記接着剤からなる接着剤層にて吸収可能となるように、前記接着剤層の層厚を規定する層厚規定手段を前記ロータの回転軸線の伸びる方向において前記マグネットの両端が自由端となるよう設けたことを要旨とする。

【0012】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の接着構造体において、前記層厚規定手段により、前記せん断応力を吸収可能な前記接着剤層の層厚を、0.05mm～0.2mmの範囲としたことを要旨とする。

【0013】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の接着構造体において、前記層厚規定手段は、前記ロータの外周面又はステータの内周面に設けられた層厚規定溝を備え、その層厚規定溝の底面と前記マグネットとを前記接着剤にて接着固定したことを要旨とする。 10

【0014】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の接着構造体において、前記層厚規定溝は、前記ロータ又はステータの周方向全周に亘って設けられていることを要旨とする。

【0015】

請求項5に記載の発明は、請求項1乃至請求項4のうちいずれか1項に記載の接着構造体において、ロータに、そのロータに比して線膨張係数が異なる材料で形成されたマグネットを接着剤により接着固定した接着構造体において、前記ロータと前記マグネットとの線膨張差により接着面に発生するせん断応力を前記接着剤からなる接着剤層にて吸収可能となるように、前記接着剤層の層厚を規定する層厚規定手段を前記ロータの回転軸線に沿って前記マグネットの両端が自由端となるよう設け、前記層厚規定手段は、前記マグネットにおける前記ロータに対向する面の曲率半径を前記ロータの半径より小さく設けることにより、前記マグネットと前記ロータとの互いに対向する面間に生じる層厚規定空隙を備えたことを要旨とする。 20

【0016】

請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5のうちいずれか1項に記載の接着構造体において、前記ロータ又はステータとマグネットとの線膨張係数の差が 10^{-6} より大きい材料であることを要旨とする。

【0017】

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の接着構造体において、前記ロータ又はステータが鋼鉄であり、前記マグネットが希土類元素系の材料よりなることを要旨とする。 30

【0018】

請求項8に記載の発明は、請求項1乃至請求項7のうちいずれか1項に記載の接着構造体において、前記層厚規定手段は、前記ロータの回転軸線の伸びる方向において前記マグネットにおける前記ロータに対向する面積の48%以上設けられていることを要旨とする。

【0019】

請求項9に記載の発明は、請求項1乃至請求項8のうちいずれか1項に記載の接着構造体において、前記マグネットにおける前記ロータに対向する面積の48%～65%が前記ロータに対して接着固定されることを要旨とする。 40

【0020】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態)

以下、本発明を具体化した第1実施形態を図1～図5に従って説明する。

【0021】

図1及び図2に示すように、本実施形態の接着構造体11は、ロータとしての鋼鉄製のロータシャフト12と、マグネットとしての希土類のネオジウム系マグネット13とを備えている。なお、前記ロータシャフト12は、インナーロータ型のブラシレスDCモータとして使用される。

【0022】

前記ロータシャフト12は所定半径を有するとともに円柱状に形成されている。前記ロータシャフト12の外周面には、14個のネオジウム系マグネット13がそれぞれ等角度間隔で設けられている。前記ネオジウム系マグネット13は、長尺な板材から形成されており、短手方向に切断した際の断面形状が円弧状をなしている。

【0023】

そして、前記各ネオジウム系マグネット13におけるロータシャフト12に対して対向する面（以下、対向面13aという）は、前記ロータシャフト12の外周面における曲面と一致する曲面とされている。即ち、ロータシャフト12の半径と、ネオジウム系マグネット13の対向面13aの曲率半径とが等しくなるようにネオジウム系マグネット13の対向面13aが形成されている。

10

【0024】

前記ロータシャフト12の長手方向（図1における左右方向）中央部には、周方向全周に亘って接着剤充填溝14が均一深さで形成されている。以下、ロータシャフト12の長手方向を、単に長手方向ということがある。前記接着剤充填溝14の底面14aはロータシャフト12の外周面と同心円となるように縮径して形成されている。前記接着剤充填溝14は層厚規定手段及び層厚規定溝に相当し、前記底面14aは層厚規定溝の底面に相当する。

【0025】

そして、接着剤充填溝14には接着剤が充填されており、その接着剤が固化して形成された接着剤層15により接着剤充填溝14の底面14aと前記ネオジウム系マグネット13の対向面13aとが接着固定されている。前記接着剤は汎用の接着剤であり、かつ耐熱性のあるエポキシ系樹脂（又は耐熱性のあるアクリル系樹脂でもよい）からなる。なお、前記接着剤層15は弾性を若干備えている。

20

【0026】

以下、前記接着剤充填溝14の底面14aと接着剤層15との接着面を界面I1といい、前記ネオジウム系マグネット13の対向面13aと接着剤層15との接着面を界面I2という。

【0027】

前記ネオジウム系マグネット13の対向面13aと前記接着剤充填溝14の底面14aとが同心円となるように形成されていることから、前記接着剤充填溝14内の接着剤層15における各部位は均一な厚さとされている。

30

【0028】

なお、前記ネオジウム系マグネット13の線膨張係数はほぼゼロであり、「ネオジウム系マグネット13<ロータシャフト12<接着剤層15」の関係で線膨張係数が大きくなるように前記接着剤の材質は選定されている。

【0029】

前記接着剤充填溝14の幅方向（図1における左右方向）長さは、前記ネオジウム系マグネット13の長手方向（図1における左右方向）長さの略半分とされている。なお、接着剤充填溝14の幅方向はロータシャフト12の回転軸線Oの伸びる方向、すなわちロータシャフト12の長手方向と一致する。

40

【0030】

本実施形態では、ネオジウム系マグネット13は、長手方向長さ61.5mm、短手方向における円弧長さ7.9mm、厚さ2.5mmとされている。また、接着剤充填溝14は幅方向長さが35mmとされている。言い換えると、前記ネオジウム系マグネット13の対向面13aにおける接着剤層15に対して接着固定される部分はその対向面13aの57%の範囲とされている。

【0031】

なお、接着剤充填溝14の幅方向長さは、30mm～40mmの範囲において実現可能であるが、望ましくは33mm～37mmの範囲が好適である。即ち、前記ネオジウム系マグネット13の対向面13aにおける接着剤層15により接着固定される部分はその対向

50

面 13a の 48%～65% の範囲、望ましくは 54%～60% の範囲が好ましい。

【0032】

この幅方向長さが 30 mm 未満では接着強度が充分でなく、実用に向かない。逆に、幅方向長さが 40 mm を超えた場合には、接着強度がほとんど変わらず接着構造体 11 の一個あたりに使用する接着剤の量が多くなり、無駄になる。すなわち、コスト高となる。また、前記幅方向長さが 40 mm を超えた場合、即ち、界面 I1、I2 の長手方向長さが 40 mm を超えた場合、界面 I1、I2 における長手方向両端部は、界面 I1、I2 の長手方向中央部と比べて大きなせん断応力がかかり剥離が起りやすくなる。特に、この剥離現象は界面 I1、I2 の長手方向長さが長ければ長いほど大きくなる。

【0033】

また、本実施形態では、接着剤充填溝 14 の深さが 0.1 mm とされている。即ち、接着剤層 15 の層厚 T1 は、0.1 mm とされている。言い換えると、接着剤層 15 は層厚 0.05 mm～0.2 mm の範囲の部位が、その層厚 T1 全体の 100% となるように構成されている。このため、ネオジウム系マグネット 13 の対向面 13a における接着剤にて接着固定されていない部分は、前記ロータシャフト 12 の外周面に対して当接されている。

【0034】

この接着剤充填溝 14 の深さは、0.05 mm～0.2 mm が好ましいが、望ましくは 0.075 mm～0.175 mm の範囲、より望ましくは 0.1 mm～0.150 mm の範囲が好適である。

【0035】

この接着剤充填溝 14 の深さが 0.05 mm 未満では、接着剤層 15 の層厚 T1 がその接着剤充填溝 14 の深さに対応して 0.05 mm 未満となり、界面 I1、I2 に発生するせん断応力を吸収可能な弾性を有さなくなってしまう。一方、接着剤充填溝 14 の深さが 0.2 mm を超えると、接着剤層 15 の層厚 T1 がその接着剤充填溝 14 の深さに対応して 0.2 mm を超えてしまい、接着強度が低下し、実用に向かない。

【0036】

なお、図面では、接着剤充填溝 14 の深さは、説明の便宜上、実際よりは誇張して図示している。

以下、前記接着構造体 11 の接着強度を、サンプル A1、A2、A3 の 3 つを比較試験することにより説明する。

【0037】

なお、図 3 に示すように、サンプル A1、A2、A3 は、ブロック状のネオジウム系マグネット 21 (「長さ」61.5 mm×「幅」7.9 mm×「厚さ」2.5 mm) をそれぞれ異なる層厚となった接着剤 (接着剤層 22) により鉄板 23 に接着固定したものである。各サンプル A1、A2、A3 におけるネオジウム系マグネット 21 と鉄板 23 との接着面積は、前記ネオジウム系マグネット 21 の長手方向中央における 35 mm×7.9 mm の面積とされている。

【0038】

また、サンプル A1 においては、ネオジウム系マグネット 21 と、溝などが全く形成されていない鉄板 23 の平面とが接着剤 (接着剤層 22) にて接着固定され、その接着剤層 22 の層厚は 0.03 mm とされている。

【0039】

一方、サンプル A2、A3 においては、図 3 にて二点差線で示すように、鉄板 23 に対して溝幅 35 mm の接着剤充填溝 24 を均一深さで形成し、その接着剤充填溝 24 に充填した接着剤 (接着剤層 22) によりネオジウム系マグネット 21 と鉄板 23 とが接着固定されている。前記サンプル A2 における接着剤充填溝 24 の深さは 0.1 mm とされ、サンプル A3 における接着剤充填溝 24 の深さは 0.2 mm とされている。この結果、サンプル A2、A3 における接着剤層 22 の層厚はそれぞれ 0.1 mm、0.2 mm とされている。

【0040】

なお、本実施形態における接着構造体11はサンプルA2に相当し、従来技術における接着構造体はサンプルA1に相当する。

図4は、サンプルA1、A2、A3における冷熱衝撃サイクル数と、相対的せん断接着強度との関係を示したものである。図4では、横軸に冷熱衝撃サイクル数を取り、縦軸に相対的せん断接着強度をとっている。

【0041】

なお、「冷熱衝撃サイクル数」とは、 -40°C から 120°C までの範囲の温度変化を繰り返し与えたサイクル数のことをいう。また、この図4で示す「相対的せん断接着強度」とは、サンプルA2における初期のせん断接着強度を1としたとき、冷熱衝撃サイクルを繰り返した際の自身及び他のサンプルのせん断接着強度の比を示したものである。 10

【0042】

前記せん断接着強度の試験方法は、図3に示すように、各サンプルA1、A2、A3におけるネオジウム系マグネット21の長手側面21aに対して垂直に応力を与える方法である。

【0043】

図4から分かるように、冷熱衝撃サイクル数が0の際において、サンプルA2、A3は、サンプルA1に比して約2倍の相対的せん断接着強度となった。また、冷熱衝撃サイクル数が増えてくと、サンプルA1は相対的せん断接着強度が早期に0に近づく一方、サンプルA2、A3は相対的せん断接着強度が0.2～0.5の範囲を推移した。また、図4においては図示していないが、接着剤層22の層厚が0.05mmの際には、前記サンプルA2に近い特性となった。 20

【0044】

ところで、図5は、サンプルA2と、そのサンプルA2における接着面積を変更したものに相当するサンプルA4、A5、A6とをそれぞれ比較試験したものである。

【0045】

図5は、図4と同様に横軸に冷熱衝撃サイクル数を取り、縦軸に相対的せん断接着強度をとっている。

前記サンプルA4、A5、A6は、前記接着剤充填溝24（図3参照）の溝幅がそれぞれ25mm、45mm、55mmとされている。また、サンプルA4（溝幅25mm）の接着面積は25mm×7.9mmとされ、サンプルA5（溝幅45mm）の接着面積は45mm×7.9mmとされ、サンプルA6（溝幅55mm）の接着面積は55mm×7.9mmとされている。 30

【0046】

なお、この図5で示す「相対的せん断接着強度」とは、サンプルA2における初期のせん断接着強度を1としたとき、冷熱衝撃サイクルを繰り返した際の自身及び他のサンプルのせん断接着強度の比を示したものである。

【0047】

図5中のLは、冷熱衝撃サイクル数における寿命サイクル数であり、この寿命サイクル数Lにおいては、相対的せん断接着強度が「サンプルA2>サンプルA4>サンプルA5>サンプルA6」という関係になった。 40

【0048】

即ち、サンプルA2（溝幅35mm）とサンプルA4（溝幅25mm）とを比較すると、サンプルA2（溝幅35mm）の方が相対的せん断接着強度が大きくなった。一方、サンプルA2（溝幅35mm）、サンプルA5（溝幅45mm）、サンプルA6（溝幅55mm）をそれぞれ比較すると、溝幅が大きくなるにつれ相対的せん断接着強度が小さくなった。

【0049】

従って、寿命サイクル数Lにおいては、サンプルA2、A4、A5、A6のうちサンプルA2が最も相対的せん断接着強度が大きくなり、サンプルA2が最も好適な結果が得られ 50

た。

【0050】

以上のように、サンプル A 1, A 2, A 3, A 4, A 5, A 6 を用いて比較試験を行ったが、現物の接着構造体 1 1 と従来技術における接着構造体との比較試験においても同様の関係が得られた。

【0051】

従って、上記第 1 実施形態の接着構造体 1 1 によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 本実施形態では、ロータシャフト 1 2 とネオジウム系マグネット 1 3 との線膨張差により界面 I 1, I 2 に発生するせん断応力を接着剤層 1 5 にて吸収可能となるように、接着剤層 1 5 の層厚 T 1 を規定する接着剤充填溝 1 4 をロータシャフト 1 2 に形成した。従って、接着剤充填溝 1 4 を形成することにより、接着剤層 1 5 の層厚 T 1 が規定され、その接着剤層 1 5 にて界面 I 1, I 2 に発生するせん断応力を吸収できる。 10

【0052】

また、本実施形態の接着構造体 1 1 は従来技術の接着構造体と比して接着剤充填溝 1 4 を形成する工程が増えたが、その分、ネオジウム系マグネット 1 3 のまわりに樹脂モールドを施すといった複雑な工程が省略されたため、全体として手間がかからずに接着構造体 1 1 を構成することができる。

【0053】

(2) 本実施形態では、接着剤充填溝 1 4 の深さを 0.1 mm とした。従って、界面 I 1, I 2 に発生するせん断応力を吸収可能な弾性を有すると共に、接着強度が低下することがない。 20

【0054】

(3) 本実施形態では、ロータシャフト 1 2 の外周面に接着剤充填溝 1 4 を形成し、その接着剤充填溝 1 4 の底面 1 4 a とネオジウム系マグネット 1 3 とを接着固定した。従って、接着剤充填溝 1 4 の深さに応じて接着剤層 1 5 の層厚 T 1 を規定できる。

【0055】

(4) 本実施形態では、ロータシャフト 1 2 の周方向全周に亘って接着剤充填溝 1 4 を形成した。従って、複数のネオジウム系マグネット 1 3 をロータシャフト 1 2 に対して接着固定する際に、一つの接着剤充填溝 1 4 を形成するだけでよい。また、円柱状のロータシャフト 1 2 に対して周方向全周に亘って接着剤充填溝 1 4 を形成しているため、その接着剤充填溝 1 4 の加工は旋盤などにより容易に形成できる。 30

【0056】

(5) 本実施形態では、ネオジウム系マグネット 1 3 の対向面 1 3 a と接着剤充填溝 1 4 の底面 1 4 a とが同心内となるように形成した。そのため、その接着剤充填溝 1 4 内に充填した接着剤層 1 5 における各部位は均一な厚さとなった。従って、接着剤層 1 5 の各部位において、界面 I 1, I 2 に発生するせん断応力を吸収可能な弾性を有すると共に接着強度が低下することがないため、良好な状態でロータシャフト 1 2 とネオジウム系マグネット 1 3 とを接着固定できる。

【0057】

なお、一般にネオジウム系マグネットの線膨張係数は、 $0 \sim 0.6 \times 10^{-6}$ (面方向) で、鉄の線膨張係数が 11×10^{-6} である。即ち、その線膨張係数の差が $11 \sim 10.4 \times 10^{-6}$ である。このことから、線膨張係数の差が、この鉄とネオジウム系マグネットの組み合わせとほぼ同等の 10.0×10^{-6} 程度であるか、もしくはこれ以上であれば、これらネオジウム系マグネットと鉄の組み合わせに限らず、その他の材料の組み合わせでも上記実施形態 1 の構成は有効と考えられる。

【0058】

(第 2 実施形態)

以下、本発明を具体化した第 2 実施形態を図 6 に従って説明する。なお、第 2 実施形態の接着構造体は、前記第 1 実施形態を変更したものであり、前記第 1 実施形態と同様の構成 50

については、同一符号を付して、その詳細な説明を省略し、異なるところのみを説明する。

【0059】

本実施形態の接着構造体31は、前記第1実施形態の接着構造体11におけるネオジウム系マグネット13形状を変更したものである。

即ち、接着構造体31のマグネットとしてのネオジウム系マグネット32は、ロータシャフト12に対して対向する面（以下、対向面32aという）の曲率半径が、ロータシャフト12の半径より小さく形成されている。

【0060】

このため、図6に示すように、ネオジウム系マグネット32の対向面32aにおいて、短手方向両端縁（以下、接触縁33という）がロータシャフト12の外周に対して接触されている。 10

【0061】

なお、前記接触縁33は、図6においては、ロータシャフト12とネオジウム系マグネット32とが点接触となっているが、ロータシャフト12の軸線方向に亘って両部材が接触しているため実際には線接触とされている。

【0062】

そして、ロータシャフト12に対してネオジウム系マグネット32が接着剤により接着固定されていることにより、接着剤層34が形成されている。前記接着剤層34におけるネオジウム系マグネット32の短手方向中央に対応する部分が層厚の一番厚い層厚T2とされ、ネオジウム系マグネット32の前記接触縁33に対応する部分が層厚の一番薄い層厚T3とされている。 20

【0063】

さらに、本実施形態では、接着剤層34は、前記層厚T2が0.2mm以下であると共に前記層厚T3が0.05mm以上とされている。

即ち、本実施形態では、接着剤充填溝14の深さと、ネオジウム系マグネット32における対向面32aの曲率半径により接着剤層34の層厚T2、T3が規定されている。

【0064】

本実施形態では、接着剤充填溝14及び前記対向面32aが層厚規定手段に相当する。

従って、前記第1実施形態の接着構造体11と同様の作用（同様の試験結果）を奏すると共に、以下の作用を奏する。 30

【0065】

本実施形態の接着構造体31は各ネオジウム系マグネット32の両接触縁33がロータシャフト12の外周に接触した状態で、ロータシャフト12とネオジウム系マグネット32とを接着剤にて接着固定した。即ち、ネオジウム系マグネット32がロータシャフト12に対して片当たりすることがなく、ネオジウム系マグネット32が安定した状態でロータシャフト12に接着固定される。

【0066】

従って、上記第2実施形態の接着構造体31によれば、前記第1実施形態における（1）、（4）の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。 40

（1）本実施形態では、ネオジウム系マグネット32における対向面32aの曲率半径をロータシャフト12の半径より小さく形成した。このため、各ネオジウム系マグネット32の両接触縁33がロータシャフト12の外周に接触した状態で、ロータシャフト12とネオジウム系マグネット32とを接着剤にて接着固定できる。従って、ネオジウム系マグネット32がロータシャフト12に対して片当たりすることがなく、ネオジウム系マグネット32を安定した状態でロータシャフト12に接着固定できる。

【0067】

（2）本実施形態では、接着剤充填溝14の深さと、ネオジウム系マグネット32における対向面32aの曲率半径により、接着剤層34の層厚T2、T3を規定するようにした。従って、前記対向面32aの曲率半径に応じて接着剤層34の層厚T2、T3を規定で 50

きる。

(他の実施形態)

なお、上記各実施形態は以下のような他の実施形態に変更して具体化してもよい。

【0068】

・前記第1及び第2実施形態では、円柱状をなすロータシャフト12の外周面に対して、短手方向に切断した際の断面形状が円弧状をなすネオジウム系マグネット13を接着固定していた。これに限らず、図7に示すような接着構造体41を構成してもよい。即ち、断面が正多角形状をなすロータシャフト42の外周に対して接着剤充填溝44を形成し、その接着剤充填溝44に充填した接着剤によりロータシャフト42とブロック状をなすネオジウム系マグネット43とを接着固定してもよい。この場合においても、接着剤充填溝44の深さにより接着剤層の層厚を規定する。なお、前記ロータシャフト42はロータに相当し、前記ネオジウム系マグネット43はマグネットに相当し、前記接着剤充填溝44は層厚規定手段及び層厚規定溝に相当する。

10

【0069】

・前記第2実施形態では、接着剤充填溝14と、ネオジウム系マグネット32における対向面32aの曲率半径とにより、接着剤層34の層厚 T_2 、 T_3 を規定していた。これに限らず、図8に示すような接着構造体51を構成してもよい。即ち、ロータシャフト12の接着剤充填溝14を省略し、ネオジウム系マグネット32の対向面32aとロータシャフト12の外周面との間に生じる層厚規定空隙 K を形成する。そして、その層厚規定空隙 K に接着剤を充填するようにしてロータシャフト12とネオジウム系マグネット32とを接着固定するようにしてもよい。この場合、前記対向面32aの曲率半径により、接着剤層34の層厚を規定する。この際、接着剤層34は、層厚 $0.05\text{ mm} \sim 0.2\text{ mm}$ の範囲の部位が、その接着剤層全体の50%以上となるように構成する。前記ネオジウム系マグネット32の対向面32aが層厚規定手段に相当する。

20

【0070】

・前記第1実施形態では、ロータシャフト12に接着剤充填溝14を形成することにより接着剤層15の層厚 T_1 を規定していた。これに限らず、図9に示すような接着構造体61を構成してもよい。ロータシャフト12の接着剤充填溝14を省略し、ネオジウム系マグネット13の対向面13aにロータシャフト12の軸方向に沿った接着剤充填溝62を形成する。そして、接着剤充填溝62の底面62aとロータシャフト12の外周面とを接着剤により接着固定する。この場合、接着剤充填溝62の深さにより接着剤層の層厚を規定する。この場合、前記接着剤充填溝62が層厚規定手段及びマグネット側層厚規定溝に相当し、前記底面62aがマグネット側層厚規定溝の底面に相当する。

30

【0071】

・前記第1実施形態では、ロータシャフト12に接着剤充填溝14を形成することにより接着剤層15の層厚 T_1 を規定していた。これに限らず、図10に示すような接着構造体71を構成してもよい。即ち、ロータシャフト12の接着剤充填溝14を省略し、ロータシャフト12と各ネオジウム系マグネット13との間隔をスペーサ72により規定することにより、ロータシャフト12と各ネオジウム系マグネット13とを接着固定する接着剤層の層厚を規定するようにしてもよい。前記スペーサ72は、リング状に形成され、ロータシャフト12に対して、嵌合固定されている。この場合、前記スペーサ72が層厚規定手段及び層厚規定部材に相当する。同様に、このスペーサ72の変わりに、層厚規定手段及び層厚規定部材としての図示しないワイヤーや図示しないテープを用いてもよい。

40

【0072】

また、ロータシャフト12とネオジウム系マグネット13との間隔を規定するものとして、ロータシャフト12の外周面に層厚規定突部75(図11参照)を形成したり、ネオジウム系マグネット13の対向面13aに層厚規定突部76(図12参照)を形成したりしてもよい。そして、この層厚規定突部75又は層厚規定突部76により、ロータシャフト12とネオジウム系マグネット13との間隔を規定した状態で接着剤にて両部材を接着固定する。この場合、層厚規定突部75、76の突出長さにより接着剤層の層厚を規定する

50

。前記層厚規定突部 75, 76 は、突起状に突出した複数のものをロータシャフト 12 の軸方向に列状に配置したものや、ロータシャフト 12 の軸方向に沿って配置した突条も含む趣旨である、この場合、前記層厚規定突部 75, 76 は、層厚規定手段に相当する。

【0073】

・前記第 1 実施形態では、一つの接着剤充填溝 14 をロータシャフト 12 に形成していた。これに限らず、図 13 に示すようにロータシャフト 12 の軸方向に所定間隔をおいて複数の接着剤充填溝 14 を形成し、その各接着剤充填溝 14 に充填した接着剤によりロータシャフト 12 とネオジウム系マグネット 13 とを接着固定してもよい。

【0074】

・前記第 1 及び第 2 実施形態では、ロータシャフト 12 の周方向全周に亘って接着剤充填溝 14 を形成していた。これに限らず、ロータシャフト 12 の外周面において、各ネオジウム系マグネット 13 の対向面 13a における接着剤を接着固定する部分と対応する部分のみに接着剤充填溝 14 をそれぞれ形成してもよい。

【0075】

・前記第 1 実施形態では、接着剤充填溝 14 により層厚 T1 が規定された接着剤層 15 を用いて、線膨張係数が異なる鋼鉄製のロータシャフト 12 と、ネオジウム系マグネット 13 とを接着固定していた。これに限らず、ロータシャフト 12 の材質及びマグネットの材質は互いに線膨張係数が異なるものであればどのような材質のものを選定してもよい。また、このような変更を第 2 実施形態において具体化してもよい。

【0076】

・前記第 1 及び第 2 実施形態では、インナーロータ型のブラシレス DC モータのロータシャフト 12 に対して接着剤充填溝 14 を形成し、接着剤充填溝 14 により層厚 T1 が規定された接着剤層 15 を用いてロータシャフト 12 とネオジウム系マグネット 13 とを接着固定していた。これに限らず、アウターロータ型のブラシレス DC モータにおけるロータの内周面に層厚規定溝を形成し、その層厚規定溝により層厚が規定された接着剤層を用いてロータとマグネットとを接着固定してもよい。また、アウターロータ型のブラシレス DC モータにおけるマグネットにマグネット側層厚規定溝を形成し、そのマグネット側層厚規定溝により層厚が規定された接着剤層を用いてロータとマグネットとを接着固定してもよい。

【0077】

・上記各実施形態は、層厚規定手段を用いて層厚を規定した接着剤層にて、ロータシャフトの外周面とネオジウム系マグネットとを接着固定したものを具体例を挙げて説明していた。これに限らず、上記各実施形態にて説明した層厚規定手段に相当する層厚規定手段を用いて、層厚を規定した接着剤層にて図示しないステータの内周面とネオジウム系マグネットとを接着固定するようにしてもよい。

【0078】

・前記第 1 実施形態では、ロータシャフト 12 の外周面に接着剤充填溝 14 を形成していた。これに限らず、図示しないステータの内周面に対して、ネオジウム系マグネットを接着固定するものにおいて以下に示すようにしてもよい。図示しないステータの内周面に前記接着剤充填溝 14 に相当する層厚規定手段及び層厚規定溝としての接着剤充填溝を設け、その接着剤充填溝に介在する接着剤層にてステータとネオジウム系マグネットとを接着固定するようにしてもよい。

【0079】

次に、上記各実施形態及び他の実施形態から把握できる技術的思想について以下に追記する。

(イ) 前記層厚規定手段は、前記マグネットにおける前記ロータに対向する面に設けられたマグネット側層厚規定溝を備え、そのマグネット側層厚規定溝の底面と前記マグネットとを前記接着剤にて接着固定したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の接着構造体。

【0080】

(ロ) 前記層厚規定手段は、前記マグネット又は前記ロータの少なくとも何れか一方に対して一体に設けられると共に前記接着剤層の層厚を規定する層厚規定突部を備えたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の接着構造体。

【0081】

(ハ) 前記層厚規定手段は、前記マグネット及び前記ロータに対して別部品とした層厚規定部材を備えたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の接着構造体。

【0082】

(ニ) 前記接着剤層の層厚を均一にしたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4、技術的思想(イ)～(ハ)のうちいずれか 1 項に記載の接着構造体。

(ホ) 前記接着剤層は、層厚 0.05 mm～0.2 mm の部位が、その接着剤層全体の 50%～100% となるように構成したことを特徴とする請求項 2 に記載の接着構造体。 10

【0083】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、層厚規定手段を設けることにより、接着剤層の層厚が規定され、その接着剤層にて接着面に発生するせん断応力が吸収できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施形態における接着構造体の側断面図。

【図 2】第 1 実施形態における接着構造体の正断面図。

【図 3】第 1 実施形態におけるサンプルの平面図。

【図 4】第 1 実施形態における接着剤層の層厚の違いによる「冷熱衝撃サイクル数」と「相対的せん断接着強度」との関係を示す特性図。 20

【図 5】第 1 実施形態における接着剤充填溝の溝幅の違いによる「冷熱衝撃サイクル数」と「相対的せん断接着強度」との関係を示す特性図。

【図 6】第 2 実施形態における接着構造体の正面部分断面図。

【図 7】他の実施形態における接着構造体の正断面図。

【図 8】他の実施形態における接着構造体の正面部分断面図。

【図 9】他の実施形態における接着構造体の正面部分断面図。

【図 10】他の実施形態における接着構造体の側断面図。

【図 11】他の実施形態における接着構造体の正面部分断面図。

【図 12】他の実施形態における接着構造体の正面部分断面図。 30

【図 13】他の実施形態における接着構造体の側断面図。

【符号の説明】

11, 31, 41, 51, 61, 71…接着構造体、

12, 42…ロータとしてのロータシャフト、

13, 32, 43…マグネットとしてのネオジウム系マグネット、

14, 44…層厚規定手段及び層厚規定溝としての接着剤充填溝、

14a…層厚規定溝の底面としての底面、15, 34…接着剤層、

62…層厚規定手段及びマグネット側層厚規定溝としての接着剤充填溝、

62a…マグネット側層厚規定溝の底面としての底面、

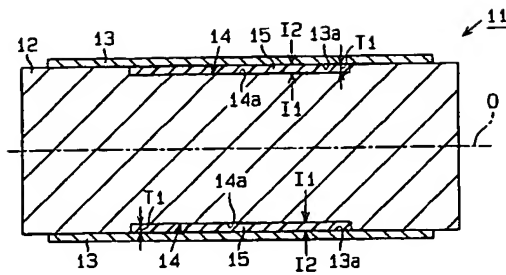
72…層厚規定手段及び層厚規定部材としてのスペーサ、 40

75, 76…層厚規定手段としての層厚規定突部、

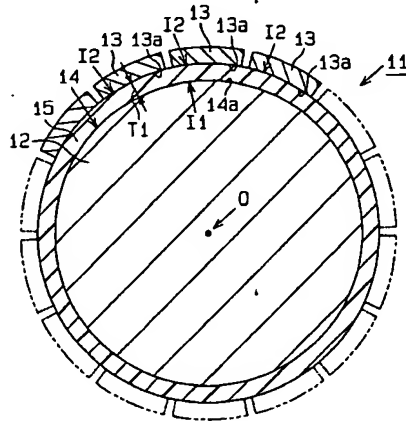
I1, I2…接着面としての界面、K…層厚規定空隙、O…回転軸線、

T1, T2, T3…層厚。

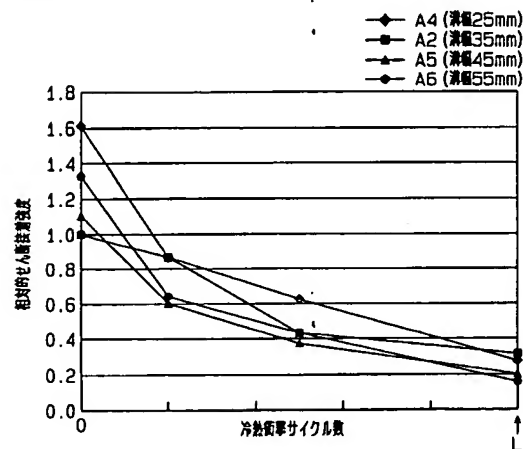
【図 1】



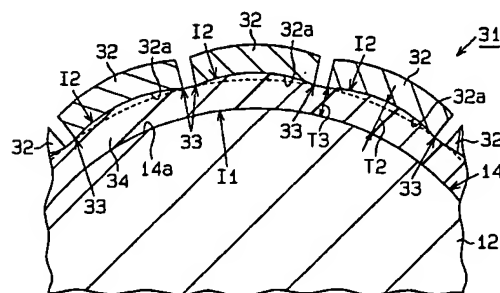
【図 2】



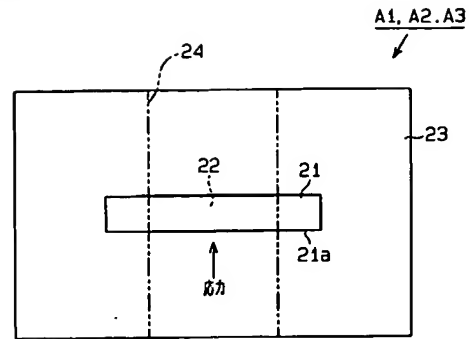
【図 5】



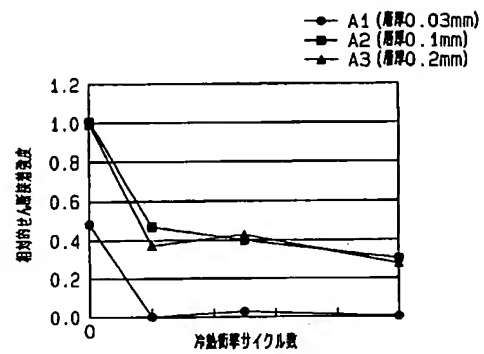
【図 6】



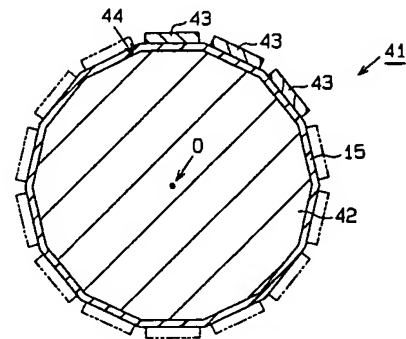
【図 3】



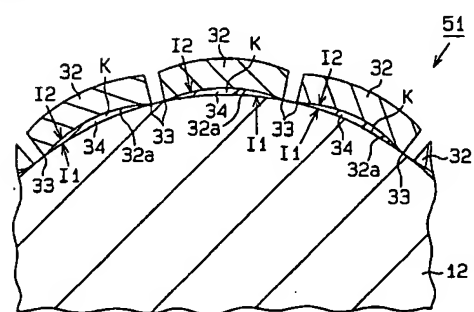
【図 4】



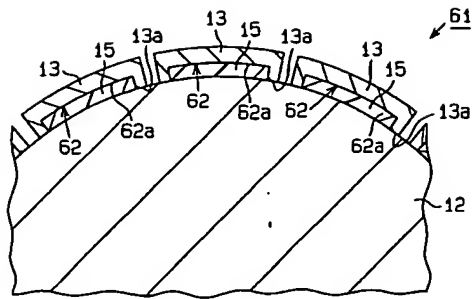
【図 7】



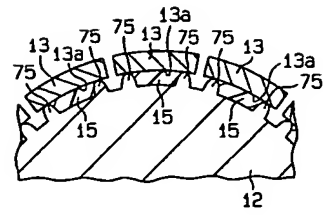
【図 8】



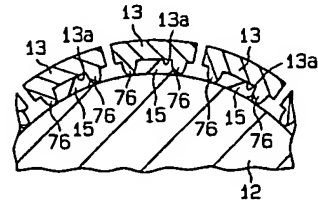
【図 9】



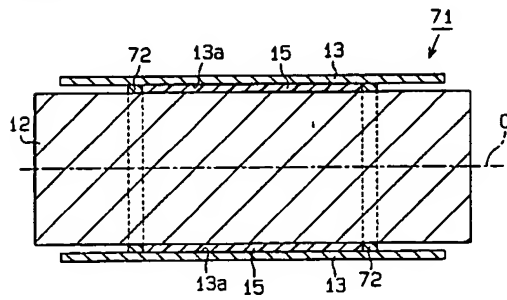
【図 11】



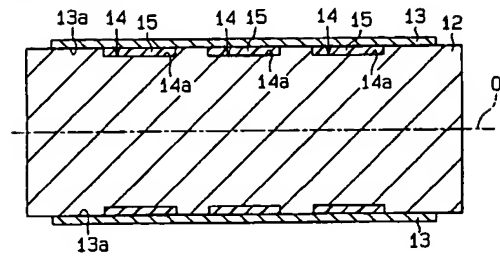
【図 12】



【図 10】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷 篤志

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

(72)発明者 木下 靖朗

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

Fターム(参考) 5H002 AA07 AB01 AB07 AB08 AC04

5H622 CA02 CA05 CA10 CB01 CB04 DD02 PP03 PP19